



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003119786/28, 30.06.2003

(24) Дата начала действия патента: 30.06.2003

(45) Опубликовано: 10.01.2005 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2058957 C1, 27.04.1996. RU 2053248  
C1, 27.01.1996. GB 2012800 A, 01.08.1979. US  
4450354 A, 22.05.1984. US 5956382 A, 21.09.1999.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул.Мира, 19, УГТУ УПИ,  
центр интеллектуальной собственности  
Т.В.Маркс

(72) Автор(ы):

Шульгин Б.В. (RU),  
Петров В.Л. (RU),  
Райков Д.В. (RU),  
Иванов В.Ю. (RU),  
Черепанов А.Н. (RU),  
Королева Т.С. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

ГОУ ВПО Уральский государственный  
технический университет УПИ (RU)

(54) СЦИНТИЛЛЯТОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

(57) Реферат:

Использование: для радиоэкологического  
мониторинга территорий и акваторий, создания  
комплексов технического контроля за первичным  
ядерным топливом и за изделиями из делящихся  
материалов. Сущность: сцинтиллятор включает

фторид кальция, активированный европием, и  
изотоп гелия <sup>3</sup>He при следующем соотношении  
ингредиентов, ат. %: фторид кальция - 99,25-99,59;  
фторид европия - 0,4-0,7; изотоп гелия <sup>3</sup>He -  
0,01-0,05. Технический результат - повышение  
эффективности регистрации тепловых нейтронов.

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 244 320** (13) **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **G 01 T 1/20, C 09 K 11/08,**  
**11/85**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003119786/28, 30.06.2003**

(24) Effective date for property rights: **30.06.2003**

(45) Date of publication: **10.01.2005 Бюл. № 1**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul.Mira, 19, UGTU UPI,  
tsentr intellektual'noj sobstvennosti T.V.Marks**

(72) Inventor(s):

**Shul'gin B.V. (RU),  
Petrov V.L. (RU),  
Rajkov D.V. (RU),  
Ivanov V.Ju. (RU),  
Cherepanov A.N. (RU),  
Koroleva T.S. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet UPI (RU)**

(54) **THERMAL NEUTRON RECORDING SCINTILLATOR**

(57) Abstract:

**FIELD:** radiation monitoring of environment.

**SUBSTANCE:** proposed scintillator that can be used for radiation monitoring of lands and water areas and in engineering systems for inspecting primary nuclear fuel and items made of fissionable materials includes calcium fluoride activated by

europium and <sup>3</sup>He helium isotope, proportion of ingredients being as follows, atom percent: calcium fluoride, 99.25 - 99.59; europium fluoride, 0.4 - 0.7; <sup>3</sup>He helium isotope, 0.01 - 0.05.

**EFFECT:** enhanced thermal neutron recording efficiency.

**1 cl**

Изобретение относится к неорганическим сцинтилляционным материалам, предназначенным для регистрации тепловых нейтронов и пригодным для создания на их основе радиационных детекторов для радиоэкологического мониторинга территорий и акваторий, контроля космического и техногенного нейтронного фона, для создания

5 комплексов технического контроля за первичным ядерным топливом и за изделиями из делящихся материалов.

Для обнаружения и измерения плотности потока тепловых нейтронов сцинтилляционным методом необходимы сцинтилляционные материалы (вещества, в которых под действием тепловых нейтронов возникают световые вспышки - сцинтилляции),

10 основными свойствами которых (веществ в целом или отдельных компонентов их состава) являются: повышенное сечение (вероятность) взаимодействия с тепловыми нейтронами; оптимальная длина волны излучения сцинтилляционной вспышки, согласующаяся со спектральной чувствительностью фотоприемника; высокий световыход сцинтилляций; небольшое, укладывающееся в нано-, микросекундный диапазон время высвечивания; а

15 также достаточно широкий диапазон рабочих температур.

Известен неорганический сцинтиллятор на основе кристалла  ${}^6\text{LiKSO}_4\text{-Cu}$  (патент РФ 2148837), пригодный для регистрации тепловых нейтронов. Он обладает сцинтилляциями с длиной волны 435-445 нм и длительностью 90 нс. Однако он нетехнологичен, поскольку проблема получения крупных однородных кристаллов  ${}^6\text{LiKSO}_4$  не решена, обладает

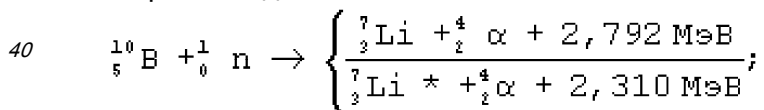
20 невысоким световыходом сцинтилляций (30% относительно световыхода кристаллов  $\text{LiI-Eu}$ ) и, главное, недостаточно высоким сечением взаимодействия с тепловыми нейтронами, равным 940 барн, по реакции  ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$ . Таким образом, сцинтиллятор  ${}^6\text{LiKSO}_4\text{-Cu}$  обладает невысокой эффективностью регистрации тепловых

25 нейтронов. Все известные сцинтилляторы, в которых тепловые нейтроны регистрируются по реакции  ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$ , обладают недостаточно высокой эффективностью регистрации тепловых нейтронов, не превышающей 910 барн (Акимов Ю.К. Сцинтилляционные методы регистрации частиц больших энергий. М.: Изд-во МГУ, 1963; Группен К. Детекторы элементарных частиц. Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999. 408 с.).

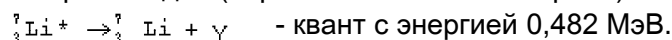
30 Известен комбинированный сцинтиллятор для регистрации тепловых нейтронов на основе кристалла  $\text{NaI-Tl}$  с чехлом-радиатором из борсодержащего материала, окружающего кристалл  $\text{NaI-Tl}$  (патент РФ 2189057). Толщина радиаторов, изготовленных из карбида или нитрида бора, достаточна для полного поглощения тепловых нейтронов ядрами  ${}^{10}\text{B}$ . Сечение захвата тепловых нейтронов естественной смесью изотопов бора

35 составляет 767 барн, а для чистого изотопа  ${}^{10}\text{B}$  - 3837 барн. Механизм регистрации нейтронов сводится к следующему. Вначале происходит захват тепловых нейтронов ядрами  ${}^{10}\text{B}$ , что вызывает ядерную реакцию  $(n, \alpha \gamma)$ -типа, которая протекает в две стадии:

- первая стадия:



- вторая стадия (через ~10-13 с после первой):



45 На первой стадии часть ядер лития образуется в возбужденном состоянии  ${}^7\text{Li}^*$ , они обеспечивают протекание второй стадии реакции с испусканием  $\gamma$ -кванта с энергией 0,482 МэВ. Этот  $\gamma$ -квант, возникший вследствие реакции  $(n, \alpha \gamma)$ , регистрируется сцинтиллятором  $\text{NaI-Tl}$ . Входящие в состав комбинированного детектора органические сцинтилляторы не способны регистрировать тепловые нейтроны, они могут регистрировать только быстрые

50 нейтроны по протонам отдачи. Недостатком известного сцинтиллятора (патент РФ 2189057) является высокая гигроскопичность применяемого кристалла  $\text{NaI-Tl}$ , что делает его ненадежным в эксплуатации. Все известные потенциальные борсодержащие сцинтилляторы (Прайс В. Регистрация ядерного излучения. М.: ИИЛ, 1964. 464 с.; Группен К.

Детекторы элементарных частиц. Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999. 408 с.; Огородников И.Н., Кружалов А.В. // Изв. ВУЗов, Физика. 1996. Т.39, №11. С.76-93) обладают невысокой эффективностью регистрации тепловых нейтронов, обычно на уровне 767 барн.

Известна сцинтилляционная композиция из кристаллов  $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ , пластика или  
5 стильбена (патент РФ 2158011) для регистрации нейтронов и  $\gamma$ -излучения. Однако такая сцинтилляционная композиция нечувствительна к тепловым нейтронам.

Известен сцинтиллятор для регистрации нейтронов на основе кристалла  $\text{NaI-Tl}$  с чехлом-радиатором из серебра (Прайс В. Регистрация ядерного излучения, М.: ИИЛ, 1964. 464 с.). Серебро эффективно поглощает нейтроны резонансных энергий и  
10 испускает  $\gamma$ -кванты по реакции  $(n, \gamma)$ . Последние и регистрируются кристаллом  $\text{NaI-Tl}$ . Резонансные реакции  $(n, \gamma)$  на естественной смеси изотопов серебра имеют сечение взаимодействия 86,3 барн для медленных и промежуточных нейтронов и 63,3 барн для тепловых нейтронов. Однако стоимость такого детектора высока из-за высоких цен на серебро. Применение изотопа  $^{109}\text{Ag}$ , обладающего достаточно интенсивным поглощением  
15 тепловых нейтронов (сечение - 91 барн), для работы в сочетании с  $\text{NaI-Tl}$  нецелесообразно из-за малого периода его полураспада, равного всего 24,6 суткам.

Известен однокристалльный сцинтиллятор (патент США №4482808) для регистрации нейтронов и  $\gamma$ -лучей. Однако сцинтиллятор пригоден для регистрации быстрых нейтронов и непригоден для регистрации тепловых нейтронов.  
20

Известна сцинтилляционная композиция из трех параллельно-последовательно соединенных сцинтилляторов (патент РФ 2143711), один из которых, выполненный на основе  $^6\text{Li}$ -силикатного стекла, чувствителен к тепловым нейтронам. Однако эффективность регистрации тепловых нейтронов таким сцинтиллятором, определяемая  
25 соответствующим сечением реакции  $^6\text{Li}(n, \alpha)^3\text{H}$  (сечение равно 940 барн), невысокая.

Наиболее близким техническим решением являются сцинтилляторы на основе  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$ . Они могут изготавливаться на основе керамики, например,  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  с содержанием европия не больше 0,5 мол.% (патент РФ 2058957). Сцинтиллятор пригоден для детектирования ионизирующих излучений, преимущественно электронов,  $\beta$ -частиц и  $\gamma$ -квантов с энергией  
30 до 100 кэВ. Применение поликристаллической керамики  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  для регистрации нейтронов в патенте РФ 2058957 не описано.

Сцинтилляторы на основе  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  изготавливаются, как правило, в виде монокристаллов (Ставиский Ю.Я., Шопарь А.В. // ПТЭ. 1962. №5. С.177-178; Шульгин Б.В. и др. // Атомная энергия. 1993. Т.75, вып.1. С.28-32; Рогожин А.А. и др. // Закономерности  
35 распределения примесных центров в ионных кристаллах: сб. науч. тр. ВИМС. М.: ВИМС, 1977. С.40-49; Викторов Л.В., Шульгин Б.В. и др. // Неорг. материалы. 1991. Т.27, №10. С.2005-2029; Scintillation Detector. Harshaw, Catalogue. 1982. 112 p.). Согласно вышеприведенным источникам кристаллы  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  (плотность - 3,19 г/см<sup>3</sup>; температура плавления - 1407 °С; коэффициент преломления света - 1,44; твердость по Моосу - 4;  
40  $Z_{\text{эфф}}=16,5$ ) относятся к классу перспективных сцинтилляционных материалов для регистрации, дозиметрии и спектрометрии рентгеновского и  $\beta$ -излучения на фоне  $\gamma$ -излучения и нейтронов. Они обладают абсолютным энергетическим выходом сцинтилляций 8,4% или 29,103 фотон/МэВ (что составляет ~50% эффективности относительно  $\text{NaI-Tl}$ ), длиной волны 435 нм, длительностью  $\beta$ -сцинтилляций 800 нс и  
45 энергетическим разрешением по линии  $^{137}\text{Cs}$  9-10,5%, а по линии  $^{241}\text{Am}$  26-30%. Оптимальная концентрация примесей в кристаллах  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$ , обеспечивающая наибольший абсолютный выход сцинтилляций, равна 0,5-0,7 мас.% (Викторов Л.В., Шульгин Б.В. и др. // Неорг. материалы. 1991. Т.27, №10. С.2005-2029). Для известных кристаллов  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$   
50 световыход сцинтилляций практически стабилен в диапазоне температур от -60 °С до +20 °С; температурный коэффициент спада световыхода сцинтилляций при  $T > 20^\circ\text{C}$  равен 0,4-0,5%/°С; послесвечение, измеренное с задержкой 1 мс, составляет 0,6 · 10<sup>-6</sup>%, через 30 мс его величина становится меньше, чем 10<sup>-9</sup>%, эффективный коэффициент поглощения

на длине волны излучения (435 нм) составляет  $0,3 \pm 0,05$  см<sup>-1</sup>. Однако кристалл-сцинтиллятор  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$ , обладающий весьма высокими показателями по световыходу сцинтилляций, пригоден лишь для регистрации  $\beta$ -излучения и  $\gamma$ -излучения. Применение кристаллов  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  в качестве сцинтиллятора для регистрации тепловых нейтронов в вышеприведенных источниках не описано.

Задачей изобретения является получение на основе кристаллов  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  сцинтилляторов для регистрации нейтронов с повышенным сечением захвата тепловых нейтронов, т.е. с более высокой эффективностью регистрации тепловых нейтронов. Поставленная задача решается благодаря тому, что в известный сцинтиллятор, включающий фторид кальция, активированный европием, дополнительно вводят изотоп гелия  $^3\text{He}$  методом термодиффузии. В итоге получают кристалл-сцинтиллятор  $\text{CaF}_2\text{-(Eu, } ^3\text{He)}$ . Эффект изобретения проявляется в том, что при дополнительном введении изотопа  $^3\text{He}$  эффективность регистрации тепловых нейтронов кристаллами  $\text{CaF}_2\text{-(Eu, } ^3\text{He)}$  возрастает почти в два раза по сравнению с  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$ . Возрастает в связи с тем, что захват последних в кристаллах  $\text{CaF}_2\text{-(Eu, } ^3\text{He)}$  происходит по двум каналам:

- по реакции  $(n, \alpha)$  на ядрах  $\text{Eu}$  с сечением взаимодействия 4600 барн для естественной смеси изотопов европия;

- по реакции  $(n, \beta)$  на ядрах  $^3\text{He}$  с сечением взаимодействия 4000 барн (Машкович В.П., Кудрявцева Л.В. Защита от ионизирующих излучений. М.: Энергоатомиздат, 1995. 494 с.). Сущность изобретения заключается в том, что предлагаемый сцинтиллятор имеет состав, ат. %:

$\text{CaF}_2$  - 99,25-99,59;

$\text{EuF}_3$  - 0,4-0,7;

$^3\text{He}$  - 0,01-0,05.

Уменьшение содержания активатора европия до уровня ниже 0,4 ат. % или его увеличение более 0,7 ат. % ведет к уменьшению световыхода сцинтилляций. Световыход снижается с 0,5 до 0,2-0,3 и ниже относительно  $\text{NaI-Tl}$ . Уменьшение содержания изотопов  $^3\text{He}$  ниже 0,01 ат. % ( $\sim 1019$  ат/см<sup>3</sup>) ведет к снижению эффективности регистрации тепловых нейтронов ядрами гелия из-за уменьшения их количества. Увеличение содержания изотопов гелия в кристаллах  $\text{CaF}_2\text{-(Eu, } ^3\text{He)}$  выше 0,05 ат. % методом термодиффузии в принципе возможно, однако требует большого времени и технически труднодостижимо.

#### Пример 1

Сцинтиллятор состава  $\text{CaF}_2$  - 99,25 ат. %,  $\text{EuF}_3$  - 0,7 ат. % и  $^3\text{He}$  - 0,05 ат. % получают в две стадии. На первой стадии выращивают кристаллы  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  в виде були диаметром до 45 мм и длиной 80 мм в графитовых тиглях методом Стокбаргера в вакууме. Для удаления следов кислорода в шихту добавляют фторид свинца в количестве 1 мас. %. Из центральных частей выращенной були вырезают кристалл диаметром 40 мм и высотой 6 мм. На второй стадии подготовленный кристалл ( $\varnothing = 40$  мм,  $h = 6$  мм) помещают в специальную барокамеру, в которой в него вводят изотоп  $^3\text{He}$  с помощью термодиффузии по методу А.Я. Купряжкина (Купряжкин А.Я., Куркин А.Д. // ФТТ. 1990. Т.32, №8. С.2349-2354). В кристаллах фторида кальция реализуются междоузельные и вакансионные механизмы диффузии с достаточно низкими энергиями активации - 1,16 эВ по примесным и 2,24 эВ по собственным вакансиям - и с еще более низкими энергиями растворения - 0,5 и 0,81 эВ соответственно. Выбор режимов термодиффузии сделан по известной температурной зависимости растворимости гелия и по известной зависимости растворимости гелия в кристаллах  $\text{CaF}_2$  от давления насыщения. Режим термодиффузии был выбран таким, чтобы содержание гелия  $^3\text{He}$  в кристалле  $\text{CaF}_2\text{-Eu}$  было доведено до 0,05 ат. %. Полученные кристаллы  $\text{CaF}_2\text{-(Eu, } ^3\text{He)}$  обладали следующими свойствами: эффективность регистрации тепловых нейтронов - 95%; эффективный атомный номер -  $Z_{\text{эфф}} = 16,5$ ; относительная сцинтилляционная эффективность в сравнении с  $\text{NaI-Tl}$

(по  $\gamma$  -линии 662 кэВ изотопа  $^{137}\text{Cs}$ ) - 52%; спектр свечения имеет максимум при 435 нм, длительность сцинтилляций - 780 нс, причем форма кривой затухания сцинтилляций описывается одной экспонентой; энергетическое разрешение по линии  $^{137}\text{Cs}$  - 12%.

Влияние температуры на спектр свечения монокристаллов  $\text{CaF}_2-(\text{Eu}, ^3\text{He})$  незначительно: в диапазоне от  $-50$  до  $+50^\circ\text{C}$  положение максимума полосы излучения сдвигается не более чем на 5 нм, полуширина увеличивается с ростом температуры от 25 до 30 нм соответственно, длительность нейтронных сцинтилляций (использовали  $^{252}\text{Ca}$  с замедлителем), также как и  $\alpha$  -сцинтилляций, составляла 780 нс. Срок службы

$t_{\text{службы}}$  сцинтилляционных кристаллов  $\text{CaF}_2-(\text{Eu}, ^3\text{He})$  определяется временем релаксации  $t_{\text{рел}}$ , в течение которого содержание гелия в кристаллах убывает в  $e$  (экспонента) раз за счет процессов диффузии. Для кристаллов  $\text{CaF}_2-(\text{Eu}, ^3\text{He})$  при 300 К коэффициент междоузельной диффузии  $10^{-8}$ - $10^{-9}$   $\text{см}^2/\text{с}$ . Время релаксации оценивалось по формуле

$$t_{\text{рел}} = \frac{\pi r^2}{D}$$

где  $r$  - радиус сцинтилляционного кристалла.

Для  $r=2$  см получаем, что  $t_{\text{службы}}=t_{\text{рел}} \approx 1,3 \cdot 10^9$ - $1,3 \cdot 10^{10}$  с, т.е. от 40 до 400 лет. Таким образом, оценка даже по нижнему пределу дает срок службы сцинтилляционных кристаллов  $\sim 40$  лет, а средний срок службы не менее 100 лет.

#### Пример 2

Сцинтиллятор состава  $\text{CaF}_2$  - 99,59 ат.%,  $\text{EuF}_3$  - 0,4 ат.% и  $^3\text{He}$  - 0,01 ат.%. Выращивание монокристаллов  $\text{CaF}_2$ -Eu с последующим введением в них изотопа  $^3\text{He}$  методом термодиффузии и работает в тех же режимах, что были описаны в примере 1. Размеры кристалла:  $\varnothing = 40$  мм,  $h=6$  мм. Сцинтиллятор обладает следующими свойствами: эффективность регистрации тепловых нейтронов  $\sim 90\%$ ; эффективный атомный номер -  $Z_{\text{эфф}}=16,5$ ; относительная сцинтилляционная эффективность в сравнении с  $\text{NaI-Tl}$  (по  $\gamma$  -линии 662 кэВ изотопа  $^{137}\text{Cs}$ )  $\sim 45\%$ ; максимум спектра свечения - 435 нм; длительность сцинтилляций - 800 нс; энергетическое разрешение по линии 662 кэВ изотопа  $^{137}\text{Cs}$  - 11%. Рабочий диапазон температур от  $-50$  до  $+50^\circ\text{C}$ . Средний срок службы 100 лет.

#### Пример 3

Сцинтиллятор состава  $\text{CaF}_2$  - 99,4 ат.%,  $\text{EuF}_3$  - 0,58%,  $^3\text{He}$  - 0,02 ат.% получают также в две стадии: выращивание монокристаллов  $\text{CaF}_2$ -Eu, введение в  $\text{CaF}_2$ -Eu изотопа  $^3\text{He}$  методом термодиффузии. Размеры кристалла:  $\varnothing = 40$  мм,  $h=8$  мм. Условия получения такие же, как и в примере 1. Сцинтиллятор обладает следующими свойствами: эффективность регистрации тепловых нейтронов - 92%; световыход сцинтилляций относительно  $\text{NaI-Tl}$  - 0,5; эффективный атомный номер  $Z_{\text{эфф}}=16,5$ ; максимум спектра свечения - 433 нм; длительность сцинтилляций - 800 нс; энергетическое разрешение по линии 662 кэВ изотопа  $^{137}\text{Cs}$  - 12%. Средний срок службы - 100 лет.

Дополнительным преимуществом предлагаемых сцинтилляторов, описанных в примерах 1-3, являются:

- способность регистрировать не только тепловые нейтроны, но и промежуточные, а также быстрые нейтроны благодаря повышенному сечению взаимодействия промежуточных и быстрых нейтронов с ядрами изотопа  $^3\text{He}$  (десятки и единицы барн соответственно);

- высокая эффективность регистрации  $\beta$  -излучения из-за несущественных потерь на обратное рассеяние; последнее обусловлено низким  $Z_{\text{эфф}}=16,5$ ;

- способность селективно регистрировать нейтроны на  $\gamma$  -фоне (при малых толщинах кристалла  $\text{CaF}_2-(\text{Eu}, ^3\text{He})$  вероятность регистрации гамма-излучения невелика вследствие низкого  $Z_{\text{эфф}}=16,5$ ).

## Примеры 4 и 5

Сцинтилляторы состава  $^3\text{He}$  - 0,2 ат.%,  $\text{EuF}_3$  - 0,01 ат.% (пример 4) или 2 ат.% (пример 5),  $\text{CaF}_2$  - остальное. Сцинтилляторы были получены так же, как и в примерах 1-3, в две стадии и в тех же режимах.

- 5 Сцинтилляторы на основе  $\text{CaF}_2$ -(Eu,  $^3\text{He}$ ) с содержанием  $\text{EuF}_3$  0,01 ат.% или 2 ат.% уступают сцинтилляторам с содержанием  $\text{EuF}_3$  в пределах 0,4-0,7 ат.% (примеры 1-3) по величине световыхода сцинтилляций в 1,2-1,5 раза.

## Формула изобретения

- 10 Сцинтиллятор для регистрации тепловых нейтронов, включающий фторид кальция, активированный европием, отличающийся тем, что он дополнительно содержит изотоп гелия  $^3\text{He}$  при следующем соотношении ингредиентов, ат. %:

Фторид кальция 99,25-99,59

15 Фторид европия 0,4-0,7

Изотоп гелия  $^3\text{He}$  0,01-0,05

20

25

30

35

40

45

50







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21), (22) Заявка: 2003119786/28, 30.06.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.06.2003

(45) Опубликовано: 10.01.2005

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2058957 C1, 27.04.1996. RU 2053248  
C1, 27.01.1996. GB 2012800 A, 01.08.1979. US  
4450354 A, 22.05.1984. US 5956382 A, 21.09.1999.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул.Мира, 19, УГТУ  
УПИ, центр интеллектуальной собственности  
Т.В.Маркс

(72) Автор(ы):

Шульгин Б.В. (RU),  
Петров В.Л. (RU),  
Райков Д.В. (RU),  
Иванов В.Ю. (RU),  
Черепанов А.Н. (RU),  
Королева Т.С. (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ГОУ ВПО Уральский государственный  
технический университет УПИ (RU)

(54) СЦИНТИЛЛЯТОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

Опубликовано на CD-ROM: MIMOSA RBI 2005/01D RBI200501D

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: 2003119786

Дата прекращения действия патента: 01.07.2005

Извещение опубликовано: 20.02.2007 БИ: 05/2007